

4

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-256868

(43)Date of publication of application : 21.09.2001

(51)Int.Cl.

H01H 33/38

H01H 3/28

H01H 33/59

H01H 33/66

(21)Application number : 2000-066279

(71)Applicant : TOSHIBA FA SYST ENG CORP  
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 10.03.2000

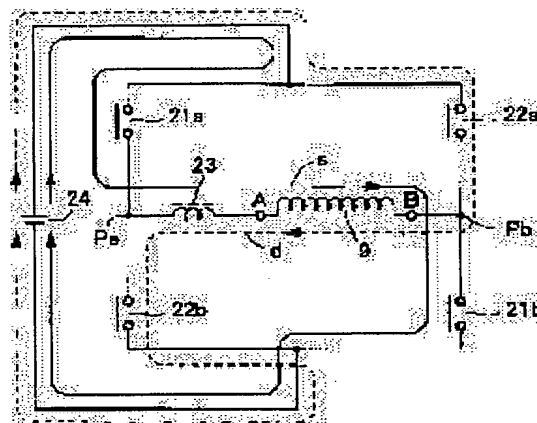
(72)Inventor : KOSHIYAMA TETSUSHI  
YAMAZAKI TOSHIHARU  
MORISHITA AKIHIRA

## (54) OPERATING APPARATUS FOR CIRCUIT BREAKER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To appropriately control velocity of a movable member at the time of closing operation and breaking operation.

**SOLUTION:** A magnetic circuit comprises a fixed member; a permanent magnet; the movable member; and an electromagnet 9 wherein a reactor 23, which is electrically connected in series with the electromagnet, is provided in a position not interlinking with a magnetic flux of the magnetic circuit. Thereby, at the time of closing or breaking operation, when the magnetic flux of the magnetic circuit is changed and a counterelectromotive current is induced in the electromagnet, by discharging the energy accumulated in the reactor, a decline of excited current of the electromagnet generated by the counterelectromotive current is compensated. thus the decline of moving velocity of the movable member at the time of closing or breaking can be prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-256868

(P2001-256868A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

H 0 1 H 33/38

H 0 1 H 33/38

A 5 G 0 2 8

3/28

3/28

A

33/59

33/59

L

33/66

33/66

P

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-66279(P2000-66279)

(22) 出願日 平成12年3月10日 (2000.3.10)

(71) 出願人 000220996

東芝エフエーシステムエンジニアリング株式会社

東京都府中市晴見町2丁目24番地の1

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 越山 哲志

東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東芝エフエーシステムエンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

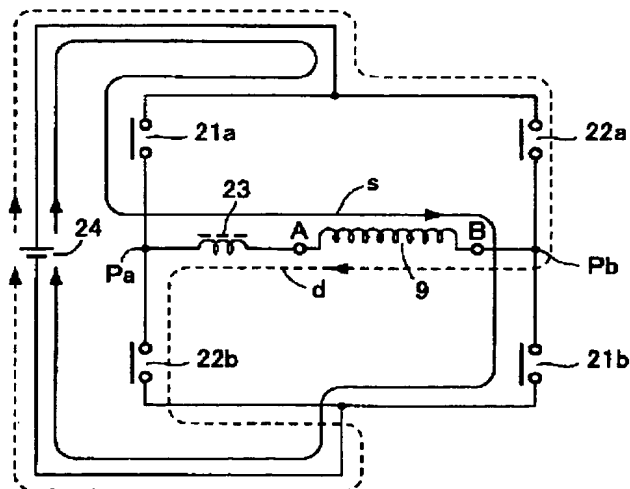
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遮断器用操作装置

(57) 【要約】

【課題】 投入動作時や遮断動作時の可動部材の移動速度を適切に制御する。

【解決手段】 固定部材、永久磁石、可動部材及び電磁石9からなる磁気回路の磁束と鎖交しない位置に配置され、電磁石に電氣的に直列に接続されたリアクトル23を備える。これにより、投入あるいは遮断動作時に磁気回路の磁束が変化して電磁石に逆起電流が誘起した場合、リアクトルに貯えられたエネルギーを放出することにより、逆起電流による電磁石の励磁電流の低下分を補い、投入あるいは遮断時における可動部材の移動速度の低下を防止することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 接離可能に設けられた可動接触子と固定接触子とを有する遮断器を操作するための遮断器用操作装置であって、

前記可動接触子に固定され、この可動接触子を固定接触子に対して接離させる方向に移動可能に保持された絶縁性の操作ロッドと、

この操作ロッドに固着された磁性体製の可動部材と、

この可動部材に取付けられた電磁石と、

この電磁石及び可動部材を内部に収容しつつ前記操作ロッドを移動可能に保持する固定部材と、

前記固定部材の内部にて前記可動部材に対向配置され、

前記可動接触子を前記固定接触子側に接触させる向きの

投入方向に、前記可動部材を吸引する永久磁石と、

前記可動接触子を前記固定接触子から離間させる向きの

遮断方向に、前記操作ロッドを付勢する弾性部材と、

前記電磁石を励磁するための電源回路と、

前記固定部材、前記永久磁石、前記可動部材及び前記電磁石からなる磁気回路の磁束と鎖交しない位置に配置され、前記電磁石に電気的に直列に接続されたリアクトルとを備えたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項2】 請求項1に記載の遮断器用操作装置において、

前記リアクトルは、前記可動部材を前記投入方向に移動させるように前記電磁石を励磁するための投入励磁接点と、前記電磁石との間に配置されたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項3】 請求項1に記載の遮断器用操作装置において、

前記リアクトルは、前記可動部材を前記遮断方向に移動させるように前記電磁石を励磁するための遮断励磁接点と、前記電磁石との間に配置されたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項4】 接離可能に設けられた可動接触子と固定接触子とを有する遮断器を操作するための遮断器用操作装置であって、

前記可動接触子に固定され、この可動接触子を固定接触子に対して接離させる方向に移動可能に保持された絶縁性の操作ロッドと、

この操作ロッドに固着された磁性体製の可動部材と、

この可動部材に取付けられ、且つ中間タップを有する電磁石と、

この電磁石及び可動部材を内部に収容しつつ前記操作ロッドを移動可能に保持する固定部材と、

前記固定部材の内部にて前記可動部材に対向配置され、

前記可動接触子を前記固定接触子側に接触させる向きの

投入方向に、前記可動部材を吸引する永久磁石と、

前記可動接触子を前記固定接触子から離間させる向きの

遮断方向に、前記操作ロッドを付勢する弾性部材と、

前記電磁石を励磁するための電源回路と、

前記電磁石の両端部に夫々電気的に接続され、前記可動部材を前記投入方向に移動させるように前記電磁石を全区間に亘って励磁するための複数の投入励磁接点と、

前記電磁石の一端部及び前記中間タップに夫々電気的に接続され、前記可動部材を前記遮断方向に移動させるように前記電磁石を中間タップから一端部までの区間に亘って励磁するための複数の遮断励磁接点と、

を備えたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項5】 接離可能に設けられた可動接触子と固定接触子とを有する遮断器を操作するための遮断器用操作装置であって、

前記可動接触子に固定され、この可動接触子を固定接触子に対して接離させる方向に移動可能に保持された絶縁性の操作ロッドと、

この操作ロッドに固着された磁性体製の可動部材と、

この可動部材に取付けられ、且つ中間タップを有する電磁石と、

この電磁石及び可動部材を内部に収容しつつ前記操作ロッドを移動可能に保持する固定部材と、

前記固定部材の内部にて前記可動部材に対向配置され、

前記可動接触子を前記固定接触子側に接触させる向きの

投入方向に、前記可動部材を吸引する永久磁石と、

前記可動接触子を前記固定接触子から離間させる向きの

遮断方向に、前記操作ロッドを付勢する弾性部材と、

前記電磁石を励磁するための電源回路と、

前記電磁石の一端部にアノードが接続された励磁用ダイオードと、

前記電磁石の中間タップにカソードが接続され、且つ前記励磁用ダイオードのカソードに電気的にアノードが接続された遮断用ダイオードとを備えたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項6】 請求項5に記載の遮断器用操作装置において、

前記電磁石の他端部、前記励磁用ダイオードのカソード及び前記遮断用ダイオードのアノードに夫々電気的に接続された複数の励磁接点と、

前記可動部材の移動中、前記各励磁接点を開極に制御する接点制御回路とを備えたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項7】 接離可能に設けられた可動接触子と固定接触子とを有する遮断器を操作するための遮断器用操作装置であって、

前記可動接触子に固定され、この可動接触子を固定接触子に対して接離させる方向に移動可能に保持された絶縁性の操作ロッドと、

この操作ロッドに固着された磁性体製の可動部材と、

この可動部材に取付けられ、且つ中間タップを有する電磁石と、

この電磁石及び可動部材を内部に収容しつつ前記操作ロッドを移動可能に保持する固定部材と、

前記固定部材の内部にて前記可動部材に対向配置され、前記可動接触子を前記固定接触子側に接触させる向きの投入方向に、前記可動部材を吸引する永久磁石と、前記可動接触子を前記固定接触子から離間させる向きの遮断方向に、前記操作ロッドを付勢する弾性部材と、前記電磁石を励磁するための電源回路と、前記固定部材、前記永久磁石、前記可動部材及び前記電磁石からなる磁気回路の磁束と鎖交する位置に設置された前記逆起電流発生コイルとを備えたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項8】 請求項7に記載の遮断器用操作装置において、

前記逆起電流発生コイルの終端間に、前記可動部材が投入方向に移動するときに誘起される誘起電流に対して順方向に接続された誘起電流遮断ダイオードを備えたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項9】 請求項7に記載の遮断器用操作装置において、

前記逆起電流発生コイルの終端間に、前記可動部材が遮断方向に移動するときに誘起される誘起電流に対して順方向に接続された誘起電流遮断ダイオードを備えたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項10】 請求項7に記載の遮断器用操作装置において、

前記逆起電流発生コイルの終端間に、互いに直列に且つ逆極性に接続された複数の定電圧ダイオードを備えたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項11】 接離可能に設けられた可動接触子と固定接触子とを有する遮断器を操作するための遮断器用操作装置であって、

前記可動接触子に固定され、この可動接触子を固定接触子に対して接離させる方向に移動可能に保持された絶縁性の操作ロッドと、

この操作ロッドに固着された磁性体製の可動部材と、

この可動部材に取付けられ、互いに並列接続された複数の電磁石と、

これら各電磁石及び可動部材を内部に収容しつつ前記操作ロッドを移動可能に保持する固定部材と、

前記固定部材の内部にて前記可動部材に対向配置され、前記可動接触子を前記固定接触子側に接触させる向きの投入方向に、前記可動部材を吸引する永久磁石と、

前記可動接触子を前記固定接触子から離間させる向きの遮断方向に、前記操作ロッドを付勢する弾性部材と、前記各電磁石を励磁するための電源回路と、

前記各電磁石のうちの一方の電磁石の一端部に接続され、前記可動部材を前記投入方向に移動させるときに閉極に制御され、前記遮断方向に移動させるときに開極に制御される投入励磁接点とを備えたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【請求項12】 請求項11に記載の遮断器用操作装置

において、

前記投入励磁接点に代えて、

前記可動部材を前記投入方向に移動させる向きの励磁電流が流れるように、前記各電磁石のうちの一方の電磁石の一端部に順方向に接続された投入用ダイオードを備えたことを特徴とする遮断器用操作装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、永久磁石と電磁石を組合せた電磁アクチュエータを用いて真空バルブ等の真空開閉機器の開閉動作を行う遮断器用操作装置に係り、特に、投入又は遮断時の電磁石の励磁駆動力を略一定に制御し得る遮断器用操作装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、真空バルブ等の真空開閉機器を開閉動作させる遮断器用操作装置としては、従来から機械式的ものが多く用いられている。しかしながら、近年、機械式的ものに代えて、永久磁石と電磁石とを組合せた電磁アクチュエータが、構造の簡素さ、部品点数の少なさ、機械式でないために部品の摩耗がない等、多くの利点を有する点から次第に用いられつつある。

【0003】この種の電磁アクチュエータとしては、例えば特願平10-59557号に示す構成の他、多くの構成が提案されている。但し、基本的には、永久磁石の吸引力あるいはバネの押付け力により真空開閉機器の投入状態又は遮断状態を維持した状態において、電磁石を励磁し、遮断動作あるいは投入動作を行わせる構成となっている。

【0004】図13は係る電磁アクチュエータの代表的な構成を示す模式図である。この電磁アクチュエータ1は、支持フレーム2に取り付けられて固定接触子3a及び可動接触子3bを有する真空バルブ3の可動接触子3bに対し、同軸的に連結された絶縁性の操作ロッド4を介して接続されている。

【0005】この操作ロッド4は、内部空間を有する固定部材5を貫通しつつ軸方向に移動可能に支持されている。固定部材5は磁性体で製作され、その内部には操作ロッド4に固着された磁性体製の可動部材6が軸方向に直線運動可能に配置されている。

【0006】また、永久磁石7が可動部材6を取り囲むように固定部材5の内側に配置され、可動部材6、永久磁石7、固定部材5で形成される磁気回路8の内部には電磁石9が配置されている。この電磁石9は、図示しない励磁電源回路により、投入時に永久磁石7を吸引励磁、遮断時に反発励磁が可能になっている。

【0007】さらに、操作ロッド4の下端部と固定部材5との間には、操作ロッド4に外挿されてこの操作ロッド4を下方に付勢するようにバネ10が取付けられている。また、固定部材5と真空バルブ3との間には、同様に操作ロッド4に外挿されてこの操作ロッド4を下方に

付勢するようにバネ11が取り付けられている。なお、各バネ10, 11は、操作ロッド4を下方に付勢することにより、上方の真空バルブ3の可動接触子3bを固定接触子3aから離間させて遮断状態を得るためのものである。

【0008】なお、図13は真空バルブ3の投入状態を示している。この投入状態においては、可動部材6が上方の永久磁石7に吸引され、バネ10, 11が圧縮されて固定接触子3aと可動接触子3bとの閉状態が維持される。

【0009】これら投入状態と遮断状態とは、磁気回路8内に配置された電磁石9の通電方向の制御により、可動部材6に作用する磁力（上方吸引力）とバネ力（下方付勢力（反発力））との大小関係を交替させて切替可能となっている。

【0010】ここで、図14は可動部材6に作用する電磁力とバネ力との関係を示している。図14中、横軸は可動部のストローク（可動部材6と固定部材5との空隙距離）を示し、縦軸は可動部材6に作用する力を示している。

【0011】また、3つの曲線12a～12cは、可動部材6を上方に吸引する吸引力を示している。ここで、曲線12aは永久磁石単独の吸引力（磁力）を示し、曲線12bは電磁石9へ逆方向に通電した場合の吸引力を示し、曲線12cは順方向に通電した場合の吸引力を示している。ここで、通電方向に関する2つの曲線12b, 12cは、電磁石9のアンペアターンを一定として得られている。

【0012】一方、階段状の折れ線13は、操作ロッド4を下方に付勢するバネ10, 11の反発力を示している。バネの反発力は、バネ10, 11の組合せにより、投入状態から遮断状態に移行する際に階段状に変化している。

【0013】すなわち、図14は、上方への吸引力を示す曲線12a～12cと、下方への反発力を示す折れ線13との大小関係に応じて、真空バルブ3が投入状態又は遮断状態を取ることを示す。

【0014】例えば、投入状態では、折れ線13のバネ力よりも永久磁石7の吸引力12aが大きいため、永久磁石7の吸引力のみにてバネ10, 11が圧縮されて両接触子12a, 12bの閉状態が維持される。

【0015】次に、電磁石9に逆方向に通電すると、磁気回路8の吸引力が曲線12bで示す値まで小さくなる。これにより、バネ10, 11の反発力が可動部材6の上方への吸引力を越えるため、可動部材6が下方に移動し、両接触子3a, 3bが離間して遮断状態に移行する（遮断動作）。

【0016】この遮断状態では、永久磁石7の単独の吸引力の曲線12aよりもバネ10, 11の反発力の折れ線13の方が大きい為、両接触子3a, 3bが離間した

開状態を維持する。

【0017】次に、電磁石9に順方向に通電すると、磁気回路8の吸引力が曲線12cで示す値まで大きくなる。これにより、バネ10, 11の反発力が可動部材6の上方への吸引力を下回るため、可動部材6が上方に移動し（投入動作）、バネ10, 11を圧縮しつつ両接触子3a, 3bが接触して投入状態に移行する。

【0018】続いて、このような投入状態と遮断状態とを切替える際の通電動作に関し、本発明者らが提案した特願平11-169967号を例に挙げて図15により説明する。なお、この説明は、電磁石9の前述した励磁電源回路に対応する。まず、主電源（商用交流電源等の電力供給源）14の電力は、変成器15に供給され、この変成器15により、電磁石9の励磁に適した電力に変成される。この変成された電力は、整流器16及び平滑器17によって直流に整流され、互いにブリッジ接続された投入励磁接点21a, 21b及び遮断励磁接点22a, 22bのうち、いずれかの組の励磁接点21a, 21b又は22a, 22bを介してブリッジ中央の電磁石9を順方向（投入動作）又は逆方向（遮断動作）に励磁する。

【0019】ここで、電磁石9の一端部をA点とし、他端部をB点とした際に、A点からB点方向に電流を流す場合を順方向通電とし、その逆のB点からA点に電流を流す場合を逆方向通電とする。

【0020】このとき、順方向通電では、投入励磁接点21a, 21bの閉極によりA点からB点方向に通電されて実線sで示す回路が成立し、投入方向に励磁駆動力が発生して真空バルブ3が投入状態に移行する。

【0021】また、逆方向通電では、遮断励磁接点22a, 22bの閉極によりB点からA点方向に通電されて破線dで示す回路が成立し、遮断方向に励磁駆動力が発生して真空バルブ3が遮断状態に移行する。

【0022】なお、順方向通電又は逆方向通電の通電時間と電流値は、投入点速度又は初開離速度等で表される適正な速度を保つように設計する必要がある。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上のような遮断器用操作装置では、次に述べる幾つかの可能性に伴い、投入時又は遮断時の励磁駆動力の制御に関して改良が望まれている。例えば、電磁石9を励磁して可動部材6が運動を開始すると、磁気回路8中の磁束が変化してレンツの法則（コイルの鎖交磁束が変化して誘起する起電力の方向は、磁束変化を妨げる方向に発生する）に応じ、電磁石9に逆起電流が発生して電磁石9の励磁電流が低下する。このため、大きな開極速度を要する遮断動作の開始時点において可動部材6に十分な速度を与えられない可能性がある。

【0024】また、遮断状態では、可動部材6と固定部材5との間の空隙距離が大きいため、図14に示すよう

に、可動部材6に作用する電磁力が相対的に小さい。このため、投入動作の開始時点において、相対的に大きな電流を電磁石9に流す必要がある。

【0025】但し、投入動作を開始すると、空隙距離が短くなると共に電磁力が大きくなり、可動部材6が次第に加速されるため、可動接触子3bが過大な速度で固定接触子3aに接触し、両接触子3a、3bを損傷する可能性がある。

【0026】本発明は上記実情を考慮してなされたもので、投入動作時や遮断動作時の可動部材の移動速度を適切に制御し得る遮断器用操作装置を提供することを目的とする。

【0027】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、接離可能に設けられた可動接触子と固定接触子とを有する遮断器を操作するための遮断器用操作装置であって、前記可動接触子に固定され、この可動接触子を固定接触子に対して接離させる方向に移動可能に保持された絶縁性の操作ロッドと、この操作ロッドに固着された磁性体製の可動部材と、この可動部材に取付けられた電磁石と、この電磁石及び可動部材を内部に収容しつつ前記操作ロッドを移動可能に保持する固定部材と、前記固定部材の内部にて前記可動部材に対向配置され、前記可動接触子を前記固定接触子側に接触させる向きの投入方向に、前記可動部材を吸引する永久磁石と、前記可動接触子を前記固定接触子から離間させる向きの遮断方向に、前記操作ロッドを付勢する弾性部材と、前記電磁石を励磁するための電源回路と、を備えた遮断器用操作装置を対象とし、以下のような技術を付加している。

【0028】本発明の第1の局面は、前記固定部材、前記永久磁石、前記可動部材及び前記電磁石からなる磁気回路の磁束と鎖交しない位置に配置され、前記電磁石に電気的に直列に接続されたリアクトルを備えた構成である。

【0029】ここで、前記リアクトルは、投入動作時の電流経路、遮断動作時の電流経路、又はその両動作時に共通の電流経路のいずれに配置されてもよい。

【0030】次に、本発明の第2の局面は、前記電磁石の両端部に夫々電気的に接続され、前記可動部材を前記投入方向に移動させるように前記電磁石を全区間に亘って励磁するための複数の投入励磁接点と、前記電磁石の一端部及び前記中間タップに夫々電気的に接続され、前記可動部材を前記遮断方向に移動させるように前記電磁石を中間タップから一端部までの区間に亘って励磁するための複数の遮断励磁接点とを備えた構成である。

【0031】ここで、投入動作時に電磁石を全区間に亘って励磁し、遮断動作時に電磁石を中間タップから一端部までの区間に亘って励磁する方式としては、前述したように励磁接点を設けて電流経路を切替える方式の他、ダイオードを接続して電流経路を切替える方式が使用可

能となっている。

【0032】次に、本発明の第3の局面は、前記固定部材、前記永久磁石、前記可動部材及び前記電磁石からなる磁気回路の磁束と鎖交する位置に設置された前記逆起電流発生コイルを備えた構成である。

【0033】ここで、逆起電流の制御のため、前記逆起電流発生コイルの終端間に、ダイオードを接続してもよい。

【0034】次に、本発明の第4の局面は、前記電磁石を互いに並列接続された複数の電磁石からなる構成とし、且つ、前記各電磁石のうちの一方の電磁石の一端部に接続され、前記可動部材を前記投入方向に移動させるときに閉極に制御され、前記遮断方向に移動させるときに開極に制御される投入励磁接点を備えた構成となっている。

【0035】ここで、前記投入励磁接点に代えて、前記可動部材を前記投入方向に移動させる向きの励磁電流が流れるように、前記各電磁石のうちの一方の電磁石の一端部に順方向に接続された投入用ダイオードを備えてもよい。

【0036】（作用）従って、本発明の第1の局面は以上のような手段を講じたことにより、磁気回路の磁束と鎖交しない位置に配置されたリアクトルが、励磁電流の低下の際にその低下分に応じてエネルギーを放出して励磁電流を略一定に制御するので、投入動作時や遮断動作時の可動部材の移動速度を適切に制御することができる。

【0037】次に、本発明の第2の局面は、電磁石に中間タップを設け、投入動作時には電磁石を全区間に亘って励磁し、遮断動作時には電磁石を中間タップから一端部までの区間に亘って励磁する構成としたので、投入動作時には弾性部材の反発力に対向するための大きな電磁力を得ると共に、遮断動作時には弾性部材の反発力を利用するだけの小さな電磁力を得られるので、投入動作時や遮断動作時の可動部材の移動速度を適切に制御することができる。

【0038】次に、本発明の第3の局面は、磁気回路の磁束と鎖交する位置に設置された逆起電流発生コイルが、投入動作時や遮断動作時の過大な移動速度を減じるように逆起電流を生じて電磁石の励磁電流を低下させるので、投入動作時や遮断動作時の可動部材の移動速度を適切に制御することができる。

【0039】次に、本発明の第4の局面は、電磁石を互いに並列接続された複数の電磁石からなる構成とし、投入動作時には全ての電磁石を励磁し、遮断動作時にはいずれかの電磁石を励磁しない構成としたので、投入動作時には弾性部材の反発力に対向するための大きな電磁力を得ると共に、遮断動作時には弾性部材の反発力を利用するだけの小さな電磁力を得られるので、投入動作時や遮断動作時の可動部材の移動速度を適切に制御すること

ができる。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の各実施形態は全て投入動作時や遮断動作時の可動部材の移動速度を適切に制御するものであるが、その具体的な手法が異なるものとなっている。

(第1の実施形態) 図1は本発明の第1の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図であり、前述した図面と同種の要素には同一符号を付してその詳しい説明を省略し、ここでは異なる部分について主に述べる。すなわち、本実施形態は、励磁駆動力の略一定な制御を図るものであり、具体的には、正側の投入励磁接点21aと負側の遮断励磁接点22bとの第1直列回路と、正側の遮断励磁接点22aと負側の投入励磁接点21bとの第2直列回路とが互いに並列接続され、且つ第1直列回路内の両接点21a、22b間の接続点Paと、第2直列回路内の両接点22a、21b間の接続点Pbとの間に電磁石9が接続された前述の励磁切換回路において、接続点Paと、電磁石9のA点との間にリアクトル23を介在させた構成となっている。

【0041】ここで、リアクトル23は、図13に述べた磁気回路8中の磁束と鎖交しない位置に、電磁石9に直列に接続されている。

【0042】なお、励磁切換回路に電力を供給する電磁石励磁電源24は、図1では電池の記号で表したが、電池等の直流電源に限らず、図15に示した如き、交流を整流及び平滑して直流に変換した励磁電源回路等でもよい。すなわち、電磁石励磁電源24は、電磁石9を励磁するための電流を供給可能な電源であれば良い。

【0043】投入励磁接点21a、21b及び遮断励磁接点22a、22bは、図1では、機械式接点の記号で表したが、これに限らず、トランジスタやサイリスタ等のスイッチング半導体でも良い。

【0044】また、電磁石9をA点からB点方向に通電する場合(可動部材6に対する固定部材5の電磁吸引力を増加させる方向に電磁石9から電磁力を発生させる場合)を投入励磁と称する。

【0045】さらに、電磁石9をB点からA点方向に通電する場合(可動部材6に対する固定部材5の電磁吸引力を減少させる方向に電磁石9から図示しない電磁力を発生させる場合)を遮断励磁と称する。

【0046】次に、以上のように構成された遮断器用操作装置の動作を説明する。電磁石9を投入励磁するためには、投入励磁接点21a、21bを閉極し、かつ、遮断励磁接点22a、22bを開極することで、図1の実線sで示す回路が成立し、リアクトル23にエネルギーを貯えながら、投入励磁を行う。

【0047】また、電磁石9を遮断励磁するためには、遮断励磁接点22a、22bを閉極し、かつ、投入励磁

接点21a、21bを開極することで、図1の破線dで示す回路が成立し、リアクトル23にエネルギーを貯えながら、遮断励磁を行う。

【0048】次に、図7以降で示す可動部材6が投入方向に移動を開始した場合、電磁石9のインダクタンスをLとし、抵抗をRとすると、この電磁石9には、次の(1)式で示される逆起電圧vが発生する。

$$\text{【0049】 } v = -L (di/dt) \quad \dots (1)$$

これに伴い、電磁石9への励磁電流は、次の(2)式で示す逆起電流iの値だけ減少して可動部材6の移動速度を低下させる。

$$\text{【0050】 } i = v/R \quad \dots (2)$$

これは、可動部材6が遮断方向に移動を開始した場合でも同様である。

【0051】次に、逆起電流iによって電磁石9への励磁電流の低下が発生すると、回路の平衡を保つためにリアクトル23に貯えられているエネルギーがリアクトル23の時定数に従って放出され始める。すなわち、励磁電流の低下分を補うようにリアクトル23からエネルギーが放出され、励磁電流が補給される。そして、励磁電流の低下分に相当する逆起電流i分のエネルギーが放出されると、正規の電磁石9の励磁電流値と平衡し、リアクトル23からのエネルギーの放出が終了する。

【0052】上述したように本実施形態によれば、投入動作時あるいは遮断動作時に磁気回路8の磁束が変化して電磁石9に逆起電流iが誘起したとき、可動部材6の移動速度を低下させる逆起電流iによる励磁電流の低下をリアクトル23からのエネルギーの放出により補償し、励磁電流を略一定に制御するので、可動部材6の移動速度を略一定にでき、その結果、略一定な投入速度もしくは遮断速度を実現できる。

【0053】(第2の実施形態) 図2は本発明の第2の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図である。本実施形態は、第1の実施形態の変形例であり、投入動作時において、励磁駆動力の略一定な制御を図るものであり、具体的にはリアクトル23の位置を変更し、リアクトル23を正側の投入励磁接点21aと接続点Paとの間に接続した構成となっている。

【0054】ここで、リアクトル23は、前述同様に、図13に述べた磁気回路8中の磁束と鎖交しない位置に配置されている。また、磁気回路8の磁束と鎖交しない位置に配置するという条件は、以下の全ての実施形態に共通である。

【0055】なお、リアクトル23は、負側の投入励磁接点21bと接続点Pbとの間に接続した構成としてもよい。次に、以上のように構成された遮断器用操作装置の動作を説明する。電磁石9を投入励磁するためには、投入励磁接点21a、21bを閉極し、かつ遮断励磁接点22a、22bを開極することで、図2の実線sで示した回路が成立し、リアクトル23にエネルギーを貯え



ながら励磁を行う。

【0056】また、電磁石9を遮断励磁するためには、遮断励磁接点22a、22bを閉極し、かつ、投入励磁接点21a、21bを開極することで、図2の破線dで示した回路が成立し、励磁を行う。但し、遮断励磁では、リアクトル23に通電されないのでリアクトル23にエネルギーが貯えられない。

【0057】次に、可動部材6が投入側に移動し、電磁石9への励磁電流が逆起電流により低下すると、第1の実施形態と同様に、励磁電流がその低下分に応じてリアクトル23から補給される。

【0058】次に、可動部材6が遮断側に移動する場合は、破線dで示す回路中にリアクトル23が存在しない為、励磁電流が補給されない。

【0059】上述したように本実施形態によれば、投入動作時のみ、リアクトル23に貯えられたエネルギーにより逆起電流iによる励磁電流の低下を補償し、可動部材6の移動速度を略一定に制御することができる。本実施形態は、磁気回路8の設計が遮断速度に重きを置いてなされて、投入速度が不十分な場合等に適用することができる。

【0060】(第3の実施形態)図3は本発明の第3の実施形態に遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図である。本実施形態は、第1の実施形態の変形例であり、遮断時において、励磁駆動力の略一定な制御を図るものであり、具体的にはリアクトル23の位置を変更し、リアクトル23を正側の遮断励磁接点22aと接続点Pbとの間に接続した構成となっている。

【0061】なお、リアクトル23は、負側の遮断励磁接点22bと接続点Paとの間に接続した構成としてもよい。次に、以上のように構成された遮断器用操作装置の動作を説明する。電磁石9を遮断励磁するためには、遮断励磁接点22a、22bを閉極し、かつ、投入励磁接点21a、21bを開極することで、図3の破線dで示した回路が成立し、励磁を行う。

【0062】また、電磁石9を投入励磁するためには、投入励磁接点21a、21bを閉極し、かつ遮断励磁接点22a、22bを開極することで、図3の実線sで示した回路が成立し、リアクトル23にエネルギーを貯えながら励磁を行う。但し、投入励磁では、リアクトル23に通電されないのでリアクトル23にエネルギーが貯えられない。

【0063】次に、可動部材6が遮断側に移動し、電磁石9への励磁電流が逆起電流により低下すると、第1の実施形態と同様に、励磁電流がその低下分に応じてリアクトル23から補給される。

【0064】次に、可動部材6が投入側に移動する場合は、破線dで示す回路中にリアクトル23が存在しない為、励磁電流が補給されない。

【0065】上述したように本実施形態によれば、遮断

励磁の時のみ、リアクトル23に貯えられたエネルギーにより逆起電流iによる励磁電流の低下を補償し、可動部材6の移動速度を略一定に制御することができる。また、真空バルブ3の開極に必要な十分な遮断速度を得ることができる。

【0066】(第4の実施形態)図4は本発明の第4の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図である。本実施形態は、投入励磁時と遮断励磁時とでそれぞれ励磁駆動力の最適化を図るものであり、具体的には電磁石9の両端部のA-B点間の任意の位置に中間タップ9tを設け、中間タップ9tの端部のC点と接続点Pc(=Pb)との間に遮断励磁接点22cを接続する一方、電磁石9のB点と接続点Pbとの間に投入励磁接点21cを接続した構成となっている。

【0067】次に、以上のように構成された遮断器用操作装置の動作を説明する。電磁石9を投入励磁する場合は、投入励磁接点21a、21b、21cを閉極し、かつ、遮断励磁接点22a、22b、22cを開極することで、電磁石9のA点からB点間の、図4中の実線sで示す回路が成立し、電磁石9より、投入方向への電磁力が発生する。

【0068】また、電磁石9を遮断励磁する場合は、遮断励磁接点22a、22b、22cを閉極し、かつ投入励磁接点21a、21b、21cを開極することで、電磁石9のC点からA点間の図4中の破線dで示す回路が成立し、電磁石9より、遮断方向への電磁力が発生する。

【0069】ここで、投入励磁時と、遮断励磁時とでは、励磁電流の経路における電磁石9の長さ(巻き数)が異なることから、励磁電流の値を変えることができる。

【0070】上述したように本実施形態によれば、投入及び遮断に適した磁束が得られる為、可動部材6の投入もしくは遮断における、最適な動作速度を得ることができる。

【0071】詳しくは、電磁石9に中間タップ9tを設け、投入動作時には電磁石9のA-B点間の全区間に通電し、遮断動作時には電磁石9の中間タップ9tからA点までの区間に通電することで、遮断動作時と投入動作時との間で電磁石9のターン数を使い分けることができる。

【0072】ここで、電磁石9の中間タップ9tの位置は、遮断励磁に最適な速度を得られるように設計する。

【0073】図14で示したように、遮断動作時にはバネ10、11に貯えられたエネルギーを開放することにより可動部材6の運動エネルギーを得る為、電磁石9への励磁電流を比較的小さい値にできる。

【0074】また、電磁石9の巻数が小さい方が逆起電力iを抑制し易いので、遮断動作時には電磁石9のA点から中間タップ9tまでの一部のみを用いる。

【0075】一方、投入動作時には電磁石9への励磁によりバネ10、11を圧縮する必要があるため、相対的に大きなエネルギーを必要とするが、電磁石9の全区間に通電することによりターン数を最大にでき、励磁電流を制御回路に適した値に抑制することができる。

【0076】(第5の実施形態)図5は本発明の第5の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図である。本実施形態は、第4の実施形態の変形例であり、投入励磁接点21cに代えて、投入時の励磁電流に順方向となるように電磁石9のB点と接続点Pbとの間に接続された遮断側励磁制限ダイオード21dと、遮断励磁接点22cに代えて、遮断時の励磁電流に順方向となるように中間タップの端部のC点と接続点Pc(=Pb)との間に接続された投入側励磁制限ダイオード22dとを備えている。

【0077】次に、以上のように構成された遮断器用操作装置の動作を説明する。電磁石9を投入励磁する場合は、投入励磁接点21a、21bを閉極し、かつ、遮断励磁接点22a、22bを開極することで、電磁石9のA点からB点間の、図4中の実線sで示す回路が成立する。

【0078】また、電磁石9を遮断励磁する場合は、遮断励磁接点22a、22bを閉極し、かつ、投入励磁接点21a、21bを閉極することで、電磁石9のB点からA点間の、図5中の破線dで示す回路が成立する。

【0079】また、投入励磁時の電流(実線)は、電磁石9の中間タップ9tからC点方向への流れが投入側励磁制限ダイオード22dによって阻止される。同様に、遮断励磁時の電流(破線)は、電磁石9のB点からA、C点方向への流れが遮断側励磁制限ダイオード21dによって阻止される。

【0080】ここで、投入励磁する場合、投入側励磁制限ダイオード22dも順方向となるが、投入側励磁制限ダイオード22dのカソードよりも、電磁石9の中間タップ9tの方が電位が高いので電流は流れず、同様に、遮断励磁する場合も、電磁石9のB点の方が電位が高く電流が流れないので、投入側励磁及び遮断側励磁共に、励磁電流の環流は生じない。

【0081】上述したように本実施形態によれば、励磁電流を適切な値に抑制するために必要な電磁石9のターン数の切換えを2つのダイオード21d、22dにより実現できるので、電磁石9の励磁タップ切換えに、機械式接点もしくはスイッチング半導体等による断路機構が不要になり、さらに、それらの断路機能を制御させる制御回路が不要になる。このため、高速で且つ簡素な構成のタップ切換え機能により、投入及び遮断に適した電磁石9のアンペアターンを得ることができ、投入動作時もしくは遮断動作時における可動部材6の最適な動作速度を得ることができる。

【0082】(第6の実施形態)図6は本発明の第6の

実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図である。本実施形態は、第5の実施形態の変形例であり、可動部材等の機械的損傷の防止を図るものであり、具体的には、前述した中間タップと2つのダイオードとを有する回路構成において、各接点21a、21b、22a、22bの開閉動作を変更した方式となっている。

【0083】すなわち、可動部材6を遮断位置から投入位置に移動させるとき、電磁石9に投入励磁を開始するために投入励磁接点21a、21bを閉極し、その後、投入位置に至る前に投入励磁接点21a、21bを開路する機能を有する図示しない接点制御回路を備えている。

【0084】次に、以上のように構成された遮断器用操作装置の動作を説明する。投入励磁接点21a、21bを開極し、かつ、遮断励磁接点22a、22bを閉極することで、電磁石9に遮断側に励磁電流が通電されて可動部材6が遮断方向に動作を開始する。

【0085】次に、この可動部材6の動作中、遮断励磁接点22a、22bを開極すると、電磁石9のB点から、遮断側励磁制限ダイオード21dと、投入側励磁制限ダイオード22dとを通り、電磁石9のC点に至る閉回路が形成される。

【0086】この閉回路では、可動部材6が遮断方向に移動しているため、可動部材6の移動による磁気回路8中の磁束が変化してその磁束変化が電磁石9のC-B点間のコイル部分に誘起され、投入方向に図示しない電磁力が発生するように、図示しない起電力が誘起する。これにより、可動部材6の遮断方向への移動が抑制される。

【0087】上述したように本実施形態によれば、初期の適切な遮断速度を得るために、相当の励磁電流にて電磁石9を励磁したとしても、遮断側の図示しない機構的拘束点に可動部材6が到達する前に制動力を生成できるので、可動部材6やそれに伴う機構部品の機械的損傷を防止することができる。

【0088】なお、電磁石9の巻き方向を反対方向にすると、可動部材6を投入位置から遮断方向に移動させる際に、制動力を作用させることができる。

(第7の実施形態)図7は本発明の第7の実施形態に係る遮断器用操作装置の磁気回路及びその周辺構成を示す模式図である。本実施形態は、可動部材6の過度の投入速度あるいは遮断速度を抑制して機構部品の保護を図るものであり、具体的には、永久磁石7、固定部材5及び可動部材6からなる磁気回路の一部に、磁束25と鎖交するように配置された逆起電流発生コイル26を備えている。

【0089】ここで、逆起電流発生コイル26は、導電性材料が1回以上巻かれて形成されたコイル状導体であればよく、例えばアルミや銅等の導電性金属をリング状に加工したものをを用いてもよい。次に、以上のように構

成された遮断器用操作装置の動作を説明する。いま、永久磁石7と、固定部材5と、可動部材6とによる磁束25が磁気回路中に存在している。このとき、投入もしくは遮断方向への電磁石9の励磁により、可動部材6が動作すると、電磁石9からの磁束及び可動部材6と固定部材5との空隙距離の変化に応じて磁束25の量が変化する。

【0090】次に、逆起電流発生コイル26に鎖交した磁束25により、逆起電流発生コイル26に誘起電流27が発生する。

【0091】この誘起電流27は、可動部材6の移動方向とは逆向きの電磁力を発生させる。この電磁力は可動部材用に対する制動力として作用し、可動部材6の過度の投入速度あるいは遮断速度を抑制させる。よって、操作機構や両接触子3a、3bの衝突衝撃が低減され、機械的損傷を防止することができる。

【0092】上述したように本実施形態によれば、磁気回路中の磁束と鎖交するように逆起電流発生コイル26を設けたことにより、可動部材6の移動によって発生した磁束変化を逆起電流発生コイル26に起電力として誘起させることで可動部材6に対して制動力を作用させることができ、機械的なダンパー等を不要とすることができる。

【0093】従って、例えば遮断動作や投入動作の最終加速領域にて可動部と固定部との衝突速度を低下させることができ、操作装置の駆動機構部分の長寿命化を図ることができる。

(第8の実施形態) 図8は本発明の第8の実施形態に係る遮断器用操作装置の磁気回路及びその周辺構成を示す模式図である。本実施形態は、第7の実施形態の変形例であり、投入動作時にのみ制動力を働かせるものであり、具体的には、逆起電流発生コイル26に直列に接続された誘起電流遮断ダイオード21eを備えている。

【0094】ここで、誘起電流遮断ダイオード21eは、投入動作時に逆起電流発生コイル26に誘起される誘起電流を順方向に流す向きに、逆起電流発生コイル26の終端間に接続されている。

【0095】次に、以上のように構成された遮断器用操作装置の動作を説明する。いま、前述同様に、投入もしくは遮断方向への電磁石9の励磁により、可動部材6が動作すると、電磁石9からの磁束及び可動部材6と固定部材5との空隙距離の変化に応じて磁束25の量が変化する。

【0096】次に、逆起電流発生コイル26に鎖交した磁束25により、逆起電流発生コイル26に誘起電流27が発生する。なお、誘起電流27の向きは、レンツの法則により電磁石9への励磁電流の向きの反対となる。

【0097】この誘起電流27は、可動部材6の移動方向とは逆向きの電磁力を発生させる。この電磁力は可動部材用に対する制動力として作用する。

【0098】但し、誘起電流遮断ダイオード21eにより、誘起電流27が投入動作時の制動力として働くときのみ流れるので、投入方向への可動部材6の移動時のみに制動力を作用させることができる。

【0099】上述したように本実施形態によれば、投入動作時に逆起電流発生コイル26に誘起される誘起電流を順方向に流すように誘起電流遮断ダイオード21eを接続したので、投入方向への可動部材6の移動時のみに、制動力を作用させることができる。

【0100】換言すると、誘起電流遮断ダイオード21eにより、可動部材6の遮断方向への移動時には逆起電流発生コイル26の起電力を遮断し、可動部材6に対する制動力を発生させないことができる。

【0101】なお、本実施形態の変形例として、図9に示すように、誘起電流遮断ダイオードの向きを逆にした構成としてもよい。この場合、遮断動作時に逆起電流発生コイル26に誘起される誘起電流を順方向に流すように誘起電流遮断ダイオード22eを接続したので、遮断方向への可動部材6の移動時のみに、制動力を作用させることができる。

【0102】換言すると、可動部材6の移動時に制動力を作用させる逆起電流発生コイル26を設けた構成において、遮断動作時に誘起される誘起電流27を順方向に流すように誘起電流遮断ダイオード22eを接続したことにより、可動部材6の投入方向への移動時には逆起電流発生コイル26の起電力を遮断し、可動部材6に対する制動力を発生させないことができる。

【0103】(第9の実施形態) 図10は本発明の第9の実施形態に係る遮断器用操作装置の磁気回路及びその周辺構成を示す模式図である。本実施形態は、第7の実施形態の変形例であり、移動速度が所定値を越えたときに制動力を作用させるものであって、具体的には、逆起電流発生コイル26の終端間に、互いに逆向きに直列接続された2つの定電圧ダイオードからなる有効誘起電圧規定ダイオード28が接続されている。

【0104】ここで、有効誘起電圧規定ダイオード28は、それぞれ投入速度の上限値に対応した逆起電流発生コイル26の誘起電圧 $v$ を降伏電圧とした第1の定電圧ダイオードと、遮断速度の上限値に対応した誘起電圧 $v$ を降伏電圧とした第2の定電圧ダイオードとからなる。両定電圧ダイオードは、互いに同一の降伏電圧をもつ組として設けてもよく、また、互いに異なる値の降伏電圧をもつ組として設けてもよい。

【0105】次に、以上のように構成された遮断器用操作装置の動作を説明する。いま、前述した通り、電磁石9への励磁により発生した磁束及び可動部材6と固定部材5との空隙距離の変化によって磁気回路中の磁束25の量が変化したとする。このとき、その磁束25と鎖交するように配置した逆起電流発生コイル26に誘起電流27が発生して可動部材6に制動力が作用する。

【0106】ここで、鎖交磁束中の逆起電流発生コイル26の誘起電圧 $v$ は、逆起電流発生コイル26のインダクタンスを $L$ 、逆起電流発生コイル26に流れる電流を $i$ 、時間を $t$ としたとき、次の(3)式で示される。

$$\text{【0107】 } v = -L (di/dt) \quad \dots (3)$$

また、逆起電流発生コイル26の巻数を $N$ 、可動部材6

$$L = N^2 (d\phi/dx) \quad \dots (4)$$

$$d\phi/dt = (d\phi/dx) (dx/dt) \quad \dots (5)$$

従って、可動部材6の速度が低速の状態では、逆起電流発生コイル26の誘起電圧 $v$ が有効誘起電圧規定ダイオード28の降伏電圧以下となる。このため、逆起電流発生コイル26の誘起電流27は有効誘起電圧規定ダイオード28によって遮断されて閉回路が成立せず、誘起電流27による可動部材6への制動力が発生しない。

【0109】一方、可動部材6の移動速度が増加すると、逆起電流発生コイル26の誘起電圧 $v$ が有効誘起電圧規定ダイオード28の降伏電圧を超える。このため、有効誘起電圧規定ダイオード28が降伏により導通して閉回路が成立し、誘起電流27による可動部材6への制動力が発生する。

【0110】このとき、逆起電流発生コイル26の巻数 $N$ と、有効誘起電圧規定ダイオード28の降伏電圧値を可動部材6への制動力として作用させる速度に調整することで、可動部材6が低速で移動している状態では制動力が発生せず、所定の速度を超えた場合にのみ、制動力を作用させることができる。

【0111】上述したように本実施形態によれば、可動部材6に対して制動力を作用させたい速度に対応して逆起電流発生コイル26の誘起電圧 $v$ を予め規定し、その誘起電圧 $v$ を逆起電流発生コイル26の終端間に接続した定電圧ダイオードの降伏電圧とすることにより、可動部材6の移動速度が規定値を超えた場合に定電圧ダイオードを降伏させて逆起電流発生コイル26に電流を流し、可動部材6に制動力を作用させることができる。

【0112】(第10の実施形態) 図11は本発明の第10の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図である。本実施形態は、第4の実施形態と同様に、投入励磁時と遮断励磁時とでそれぞれ励磁駆動力の最適化を図るものであり、具体的には電磁石9が互いに並列接続された2つの電磁石9a、9bとして設けられ、且つ一方の電磁石9bには投入励磁接点21cが直列に接続された構成となっている。

【0113】すなわち、遮断動作励磁では、並列接続された一方の電磁石9aのみに通電し、投入動作励磁では、並列接続された両方の電磁石9a、9bに通電する構成となっている。

【0114】次に、以上のように構成された遮断器用操作装置の動作を説明する。まず、投入動作においては、投入励磁接点21a、21b、21cを閉極し、且つ遮断励磁接点22a、22bを開極することで、図11の

の移動量を $x$ 、磁束量を $\phi$ としたとき、次の(4)～(5)式により、磁束25の変化の大きい部位( $d\phi/dx$ :大)を高速( $dx/dt$ :大)で移動する場合、(3)式で述べた誘起電圧 $v$ は大きくなる。

【0108】

実線 $s$ で示す回路が成立し、電磁石励磁電源24からの励磁電流が、投入励磁接点21aを通り、電磁石9a、9bを夫々AB方向に順方向に流れて励磁する。

【0115】次に、遮断動作においては、遮断励磁接点22a、22bを閉極し、且つ投入励磁接点21a、21b、21cを閉極することで、図11の破線 $d$ で示す回路が成立し、電磁石励磁電源24からの励磁電流は、遮断励磁接点22bを通り、電磁石9aのみをBA方向に逆方向に流れて励磁する。

【0116】ここで、2個の電磁石9a、9bのコイルの巻数 $N$ と抵抗値 $R$ が等しく、電磁石励磁電源24の電圧 $E$ が直列又は並列接続時で同一である場合、電磁石励磁電源24に1個の電磁石9を接続したときの励磁電流 $I$ に対して、直列接続では1個当りの電磁石9の励磁電流は $I/2$ であり、並列接続では $I$ と等しく、且つ電磁石コイル9から発生する電磁力 $F$ は、次の(6)式で表されるから、直列接続よりも並列接続の方が強い電磁力を得ることができる。

$$\text{【0117】 } F \propto (NI)^2 \quad \dots (6)$$

すなわち、投入励磁時には、並列接続として強い電磁力を用いて可動部材6を駆動し、遮断励磁時には、直列接続として弱い電磁力(+バネ10、11の反発力)を用いて可動部材6を駆動することができる。

【0118】上述したように本実施形態によれば、大きなエネルギーの必要な投入動作については投入励磁を2つの電磁石9a、2bを並列接続することで大きな電磁エネルギーが得られ、投入動作に比べ少ないエネルギーですむ遮断動作については遮断励磁を一方の電磁石9bのみ励磁することで励磁電流を抑制することができる。

【0119】本実施形態は、特に大きな投入エネルギーを必要とする場合に有効で、2つの電磁石コイル9a、9bを並列に接続することにより、同一操作電圧 $E$ の場合、直列接続の場合に比べ、電磁石から発生するアンペアターンで表される電磁力を増加させることができる。

【0120】(第11の実施形態) 図12は本発明の第11の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図である。本実施形態は、第10の実施形態の変形例であり、投入励磁接点21cに代えて、投入時に流れる励磁電流に順方向となるように接続点Paと電磁石9bのA点との間に接続された遮断側励磁制限ダイオード21dを備えている。

【0121】次に、以上のように構成された遮断器用操

作装置の動作を説明する。投入励磁接点 21 a, 21 b を閉極し、かつ、遮断励磁接点 22 a, 22 b を開極することで、図 12 の実線 s で示す回路が成立する。まず、電磁石励磁電源 24 からの励磁電流は、投入励磁接点 21 a を通り、電磁石 9 a を A B 方向に順方向で励磁する。

【0122】さらに、電磁石励磁電源 24 からの励磁電流は、遮断側励磁制限ダイオード 21 d を通り電磁石 9 b を A B 方向に順方向で励磁する。これにより、投入動作時は 2 つの電磁石 9 a, 9 b が並列に接続されて励磁される。

【0123】次に、遮断励磁接点 22 a, 22 b を閉極し、かつ、投入励磁接点 21 a, 21 b を開極することで、図 12 の破線 d で示す回路が成立する。

【0124】まず、電磁石励磁電源 24 からの励磁電流は、遮断励磁接点 22 b を通り電磁石 9 a を B A 方向に逆方向で励磁する。

【0125】しかしながら、電磁石 9 b は、遮断側励磁制限ダイオード 21 d により励磁電流が阻止されるために励磁されない。すなわち、遮断動作時は一方の電磁石 9 a のみが励磁される。

【0126】上述したように本実施形態によれば、第 10 の実施形態の効果に加え、遮断時には遮断側励磁制限ダイオード 21 d を接続した方の電磁石 9 b が励磁されないで、電磁石 9 a, 9 b の接続切換えに機械式接点もしくはスイッチング半導体等による断路機構が不要になり、さらに、それらの断路機能を制御させる制御装置も不要になる。このため、高速で、かつ、簡素な構成の接続切換機能で励磁方向による電磁石の接続切換えを比較的廉価に実現させることができる。

【0127】その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できる。

【0128】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、投入動作時や遮断動作時の可動部材の移動速度を適切に制御できる遮断器用操作装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図

【図 2】本発明の第 2 の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図

【図 3】本発明の第 3 の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図

【図 4】本発明の第 4 の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図

【図 5】本発明の第 5 の実施形態に係る遮断器用操作装

置の制御回路を示す模式図

【図 6】本発明の第 6 の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図

【図 7】本発明の第 7 の実施形態に係る遮断器用操作装置の磁気回路及びその周辺構成を示す模式図

【図 8】本発明の第 8 の実施形態に係る遮断器用操作装置の磁気回路及びその周辺構成を示す模式図

【図 9】本発明の第 9 の実施形態に係る遮断器用操作装置の磁気回路及びその周辺構成を示す模式図

【図 10】本発明の第 10 の実施形態に係る遮断器用操作装置の磁気回路及びその周辺構成を示す模式図

【図 11】本発明の第 11 の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図

【図 12】本発明の第 12 の実施形態に係る遮断器用操作装置の制御回路を示す模式図

【図 13】一般的な電磁アクチュエータの代表的な構成を示す模式図

【図 14】一般的な電磁アクチュエータの可動部材に作用する電磁力とバネ力との関係を示す模式図

【図 15】図 13 の電磁アクチュエータの状態切替時の通電動作を説明するための回路図

【符号の説明】

1…電磁アクチュエータ

2…支持フレーム

3 a…固定接触子

3 b…可動接触子

3…真空バルブ

4…操作ロッド

5…固定部材

6…可動部材

7…永久磁石

8…磁気回路

9, 9 a, 9 b…電磁石

9 t…中間タップ

10, 11…バネ

12 a～12 c…曲線

13…折れ線

21 a～21 c…投入励磁接点

21 d～21 e, 22 d～22 e, 28…ダイオード

22 a～22 c…遮断励磁接点

23…リアクトル

24…電磁石励磁電源

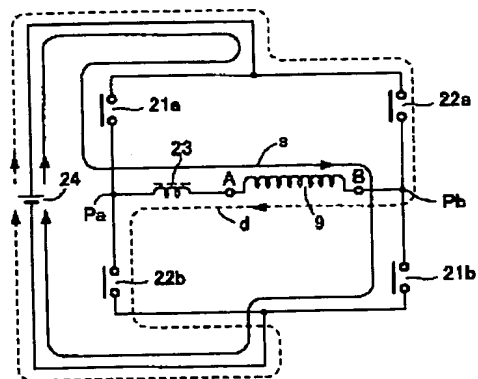
25…磁束

26…逆起電流発生コイル

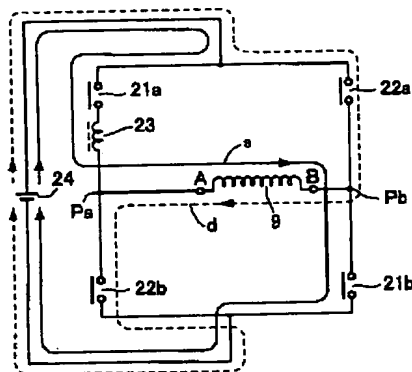
27…誘起電流

P a, P b, P c…接続点

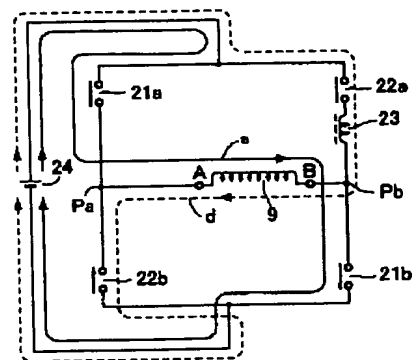
【図1】



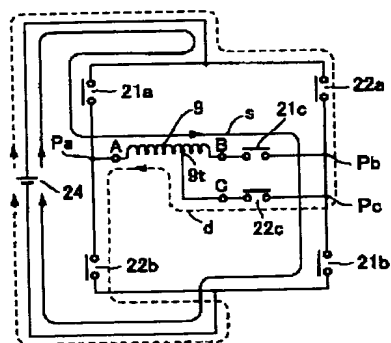
【図2】



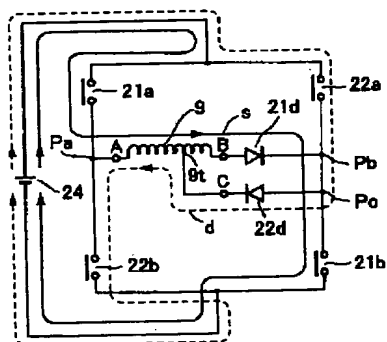
【図3】



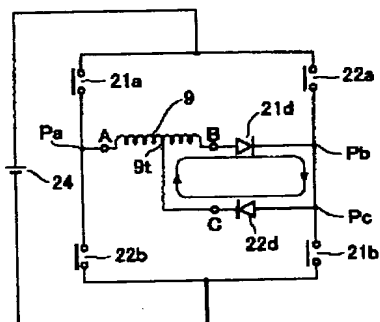
【図4】



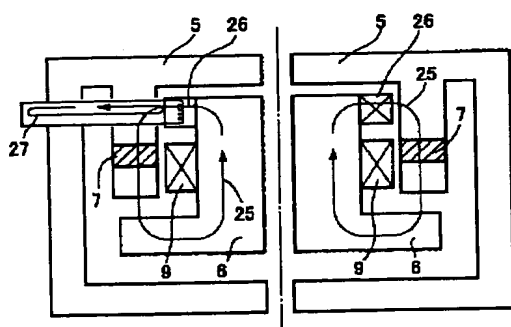
【図5】



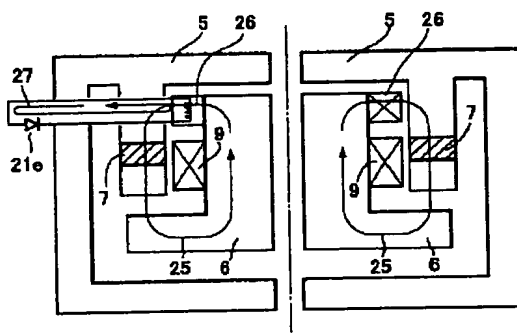
【図6】



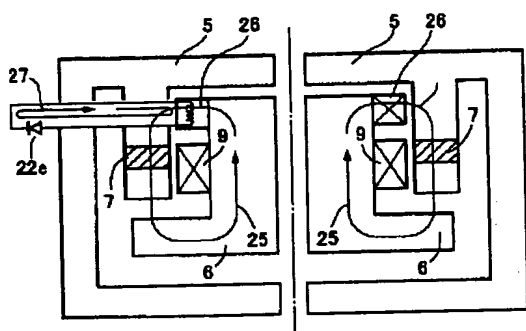
【図7】



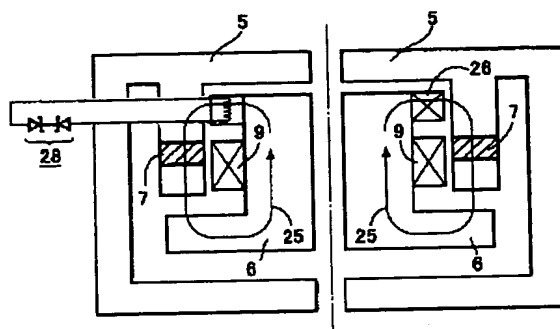
【図8】



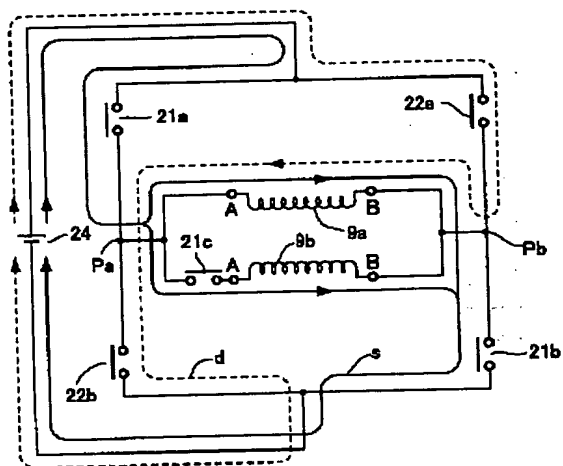
【図9】



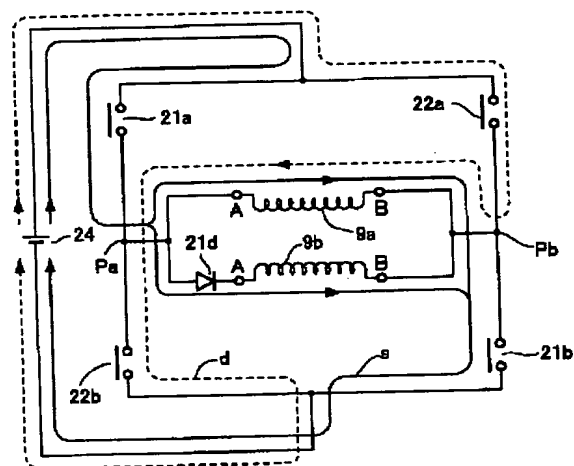
【図10】



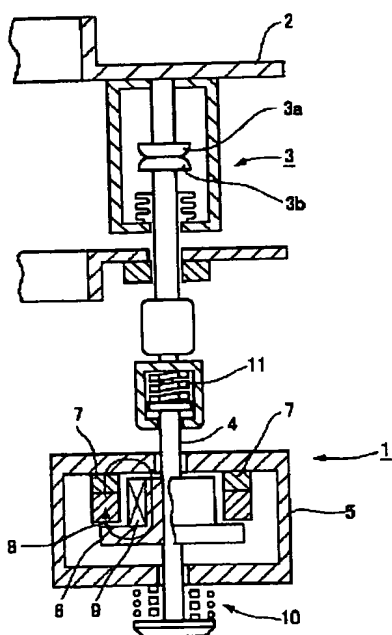
【図11】



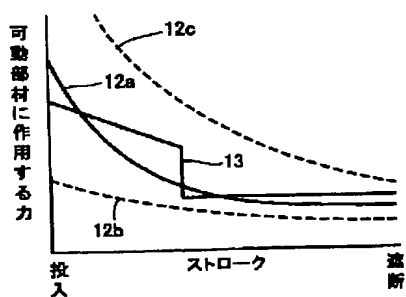
【図12】



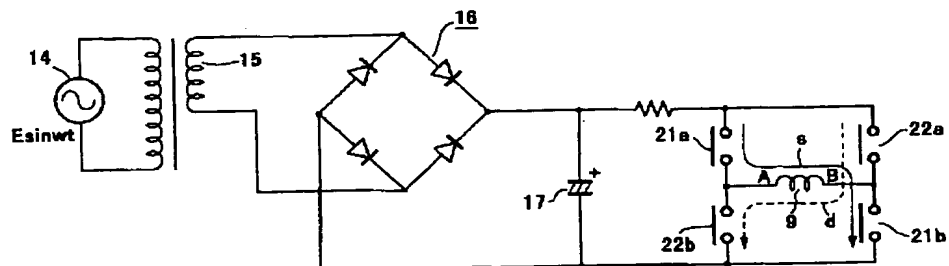
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 利春  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

(72)発明者 森下 明平  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

Fターム(参考) 5G028 AA01 DB05 DB09 FD02